T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI

MAKİNE TEKNOLOJİSİ

HASSAS DÖKÜM MODELLEMELEME 2

521MMI087

Ankara, 2011

- Bu modül, mesleki ve teknik eğitim okul/kurumlarında uygulanan Çerçeve Öğretim Programlarında yer alan yeterlikleri kazandırmaya yönelik olarak öğrencilere rehberlik etmek amacıyla hazırlanmış bireysel öğrenme materyalidir.
- Millî Eğitim Bakanlığınca ücretsiz olarak verilmiştir.
- PARA İLE SATILMAZ.

İÇİNDEKİLER

AÇIKLAMALAR ii
GİRİŞ 1
ÖĞRENME FAALİYETİ-1 3
1. KALIBI MALA YÜZEYİNDEN KESEREK ANA MODELİ ÇIKARMAK 3
1.1. Kalıplama 5
1.2. Hassas Kesim 6
1.3. Pimleme 7
1.4. Yolluk 9
1.5. Silikon Malzeme 10
1.6. Kesiciler 14
UYGULAMA FAALİYETİ 17
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 21
ÖĞRENME FAALİYETİ-2 22
2. KALIBA MUM ENJEKTE ETMEK 22
2.1. Hassas Dökümde Kullanılan Mumlar 22
2.2. Termostat 29
2.3. Pres 30
2.4. Vakum 30
2.5. Hacim Hesapları 32
UYGULAMA FAALİYETİ 39
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 41
ÖĞRENME FAALİYETİ-3 42
3. KALIPTAN MUM MODELLERİ ÇIKARARAK SALKIM OLUŞTURMAK 42
3.1. Mala Yüzeyi 42
3.2. Yolluk 43
3.3. Dağıtıcı 45
3.4. Salkım Oluşturma 45
3.5. Rezistansla Birleştirme 47
UYGULAMA FAALİYETİ 50
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 52
MODÜL DEĞERLENDİRME 53
CEVAP ANAHTARLARI 55
KAYNAKÇA 56

AÇIKLAMALAR

KOD	**521MMI087**
ALAN	**Makine Teknolojisi**
DAL	**Bilgisayar Destekli Endüstriyel Modelleme**
MODÜL	**Hassas Döküm Modellemeleri 2**
MODÜLÜN TANIMI	Hassas döküm ve oto inşa teknolojileri ile modelleme yapma yeterliğinin kazandırıldığı öğrenme materyalidir.
SÜRE	40/24
ÖN KOŞUL	Modelleme Malzemeleri ve Cad2 modüllerini almış olmak
YETERLİLİK	Kalıptan mum modelleme elde etmek
MODÜLÜN AMACI	**Genel Amaç** Bu modül ile yeterli araç ve gereç sağlandığında kalıba mum enjekte edip salkım oluşturabileceksiniz. **Amaçlar** **1.** Kalıbı mala yüzeyinden keserek ana modeli çıkartabileceksiniz. **2.** Kalıba mum enjekte edebileceksiniz. **3.** Kalıptan mum modelleri çıkararak salkım oluşturabileceksiniz.
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	**Ortam:** CAD CAM laboratuvarı, hassas modelleme laboratuvarı **Donanım:** Mum enjeksiyon presi, rezistans aleti, iş güvenlik levhaları, ders notları, ders kitapları
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	Modül içinde yer alan her öğrenme faaliyetinden sonra verilen ölçme araçları ile kendinizi değerlendireceksiniz. Öğretmen modül sonunda ölçme aracı (çoktan seçmeli test, doğru-yanlış testi, boşluk doldurma, eşleştirme vb.) kullanarak modül uygulamaları ile kazandığınız bilgi ve becerileri ölçerek sizi değerlendirecektir.

GİRİŞ

Sevgili Öğrenci,

Bu modülde makine teknolojisi alanında bilgisayar destekli endüstriyel modelleme dalında çok eski çağlardan beri bilinen, seramik kalıplar içine döküm yapılarak gerçekleştirilen ince kesitli, küçük ve karmaşık şekilli parçaların üretebilmesine imkân sağlayan en gelişmiş döküm yöntemi M.Ö.2000'li yıllara dayanmaktadır. II. Dünya Savaşı'nda savunma sanayi araştırmaları ile sanayideki yerini ve daha sonra sektörlerin gelişimine paralel olarak payını artırmıştır.

Teknolojinin hızlı gelişimi ile endüstri, karmaşık tasarımlara sahip, daha hafif ancak dayanıklı parçalara ihtiyaç duymuştur. Parça tasarımında serbestlik, talaşlı işlemlerin en aza indirgenmesi, ince detayların üretebilme imkânı sağlamaktadır.

Sanatsal ürünler, tekstil, otomotiv, tıp araçları, silah, havacılık ve savunma sanayi gibi endüstrinin birçok dalında kullanılan bu yöntem ile N7 – N9 arasında yüzey pürüzlülüğü elde edilebilmektedir.

Günümüzde hassas dökümün üretim akışı içinde yer alan silikon kalıbı hazırlayarak içine mum enjekte etmek suretiyle dökümünü yapacağınız modeli elde edebilecek ve elde ettiğiniz modelleri yolluk sistemine yapıştırarak salkım oluşturabileceksiniz.

Yaşadığımız ortamlarda kullandığımız eşyaların yapımında muhakkak bir döküm yolu ile üretilmiş ürünler olduğunu ve bu ürünlerin yapımında bilgisayar destekli endüstriyel modellemeciye ihtiyaç duyulduğunu unutmayalım.

ÖĞRENME FAALİYETİ-1

AMAÇ

Kalıbı mala yüzeyinden keserek ana modellemeyi kalıptan çıkartabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Bölgenizdeki makine modelcilerini gezerek hassas döküm modelleri yapılıp yapılmadığını, yapılıyorsa nasıl yapıldığını araştırınız.
- Endüstriyel dökümcüleri gezerek hassas döküm yapıp yapmadıklarını araştırınız. Bu döküm hakkında sorular sorunuz. Bu iş yerinde dökülmüş hassas döküm varsa inceleyiniz.
- Evinizde veya bölgenizde hassas döküm yolu ile imal edilmiş mamulleri inceleyiniz.
- Araştırma konusunda sanal ortamda ve ilgili sektörde kaynak taraması yapınız.
- Topladığınız bilgi ve dökümanları rapor hâline getiriniz.
- Hazırladığınız raporu atölyede tartışınız.

1. KALIBI MALA YÜZEYİNDEN KESEREK ANA MODELİ ÇIKARMAK

Bu teknik sayesinde, elde uygun malzemeden yapılmış bir model olduğu sürece, çok karmaşık metal dökümler, yüksek hassasiyet ve yüzey kalitesi ile yapılabilmektedir. Bu özelliği ile hassas döküm, birçok hassas talaşlı imalat işleminin gereğini ortadan kaldırır.

Hassas döküm tekniği, 2. Dünya Savaşı'na kadar ticari olarak sadece kuyumcu ve dişçiler tarafından uygulanmıştır. Daha sonra özellikle uzay, havacılık ve savunma, tıbbi ve ortopedik cihaz, otomotiv ve motor, tekstil, mekanik ve elektromekanik sanayisinde hassas parçalara duyulan ihtiyaçtan dolayı, yöntemin endüstriyel uygulamasını yaygınlaştırmıştır.

Hassas dökümün üstünlükleri:

- Küçük ve karmaşık biçimli parçaların üretimi için uygundur.
- Boyut hassasiyeti ve yüzey kalitesi mükemmeldir.
- Genellikle ek işlemlere gerek kalmadığından işlenmesi güç malzemelerin dökümünde tercih edilir.
- Kalıp tek parçalı olduğundan parça yüzeyinde bölüm düzleminin izi kalmaz.
- Mum, tekrar tekrar kullanılabilir.

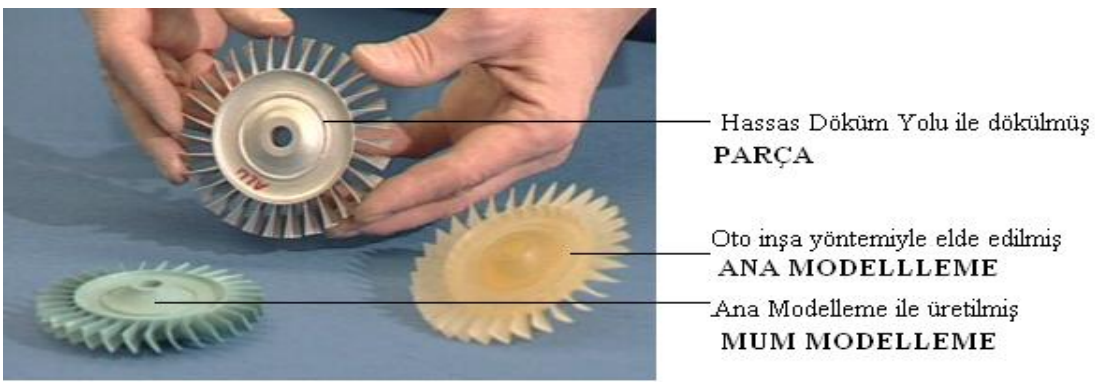
Hassas dökümün olumsuz yönleri:

- Her bir parça için ayrı bir modelin üretilmesi gerekir.
- Yöntem mekanizasyona uygun olmayıp üretim hızı ve kapasitesi düşüktür.
- Model ile kalıp malzemelerinin pahalı olması ve üretimin çok sayıda işlem içermesi nedeniyle parça maliyeti yüksektir.

Sadece 5 kg'dan küçük parçaların dökümüne uygundur.

Şekil 1.1: Hassas döküm

Hassas döküm yöntemi ile üretilmiş örnek parçalar, Şekil 1.2 ve Şekil 1.3'te gösterilmiştir.



Şekil 1.2: Hassas döküm

Şekil 1.3: Hassas döküm

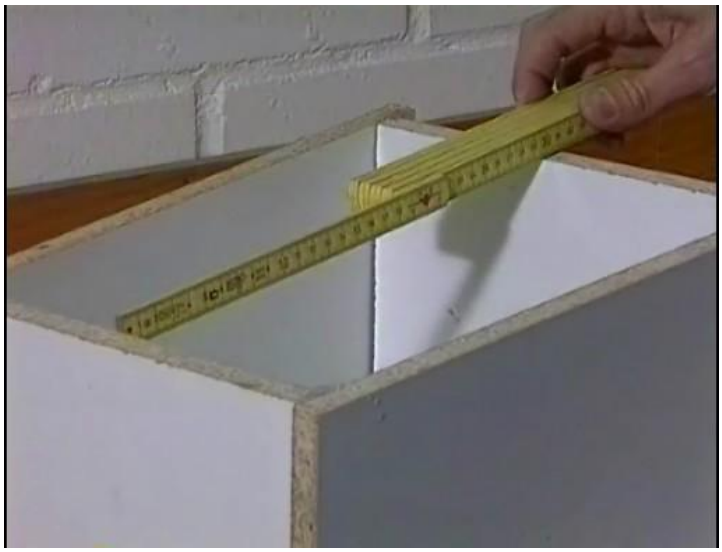
1.1. Kalıplama

Hassas dökümün gerçekleştirilebilmesi için birinci aşama kalıplamadır.

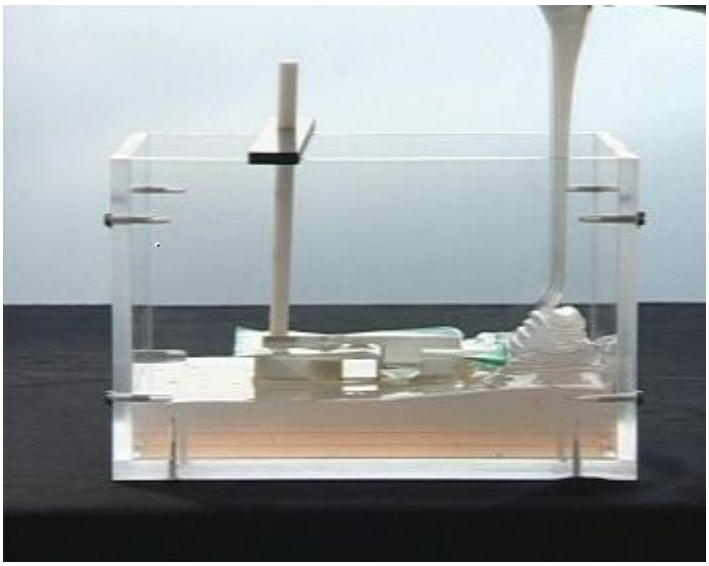
Kalıplama, ana modellemenin oto inşa teknolojisi veya atölye şartlarında imal edilmesinden sonra gerçekleşir. Kalıplamaya geçmeden önce kalıplama kasası hazırlanır.

Kalıplama kasası ana modellemeyi tam anlamıyla içine alacak şekilde ve fazla miktarda malzeme israfına neden olmayacak ölçülerde olmalıdır.

Kalıplama kasası suntalam parçadan hazırlanabileceği gibi plexglass malzemeden de hazırlanabilmektedir. Bu tür malzemelerin seçilmesindeki amaç düzgün, yapışmayan özelliklerinden istifade etmektir. Resim 1.1 ve Resim 1.2'de örnek model kalıplama kasaları görülmektedir.



Resim 1.1: Basit model kalıplama kasası



Resim 1.2: Model kalıplama kasası

1.2. Hassas Kesim

Kalıba alındıktan sonra ana modellemenin mala yüzeyine uygun şekilde kesilerek çıkarılabilmesi gerekmektedir. Bunun için silikon kalıplama sonrası, kalıp ayırma yüzeyini belirlemek ve hassas kesim yapabilmek için ana modellemenin ayrım yüzeyi renkli kalemle işaretlenmeli veya renkli bant çekilmelidir. Hassas kesim için gerekli malzemeler Resim 1.3'te, bant ile hazırlanmış ana model Resim 1.4'te ve ana modelin renkli kalem ile çizilmiş hâli Resim 1.5'te gösterilmiştir.

Resim 1.3: Hassas kesim için gerekli aletler

Resim 1.4: Bant ile hazırlanmış ana model

Resim 1.5: Renkli kalem ile çizilmiş ana model

1.3. Pimleme

Erimiş hâldeki mum, kalıp boşluğuna basıldıktan sonra kalıp açılarak mum modelin çıkarılması gerekir. Her mum basıldığında kalıp açılıp kapatılacaktır. Silikon kalıbın açılması ve kapanması sırasında, boşluksuz ve tam merkezlenmiş olması gerekir.

Yumuşak ve esnek bir malzeme olan silikonun kalıp merkezlenmesi iki şekilde yapılır:

1. Pimli merkezleme (pudralı kalıp)
2. Zikzaklı veya ayaklı kesim şeklindeki merkezleme

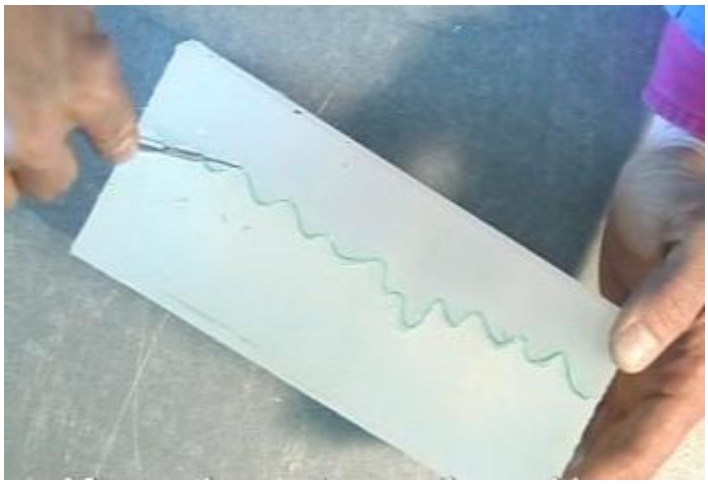
Resim 1.6: Pimli merkezleme (pudralı kalıp) örneği

Resim 1.7: Pimli merkezleme ve pimler

Merkezlemenin iyi yapılması gerekir aksi takdirde mum modeller hatalı basılır.

Pimli merkezleme yapılacaksa kauçuklar hazırlanırken pim yerleri açılmalı, kauçuk plakalar arasına pudra sürülmelidir. Bu yöntem akışkan olmayan yarı katı kauçuk malzemeler için uygulanır.

Pimli kauçuk kalıplarda kesim yapmaya ihtiyaç yoktur. Pişirme kalıplarından alınan kauçuk kalıp, rahatlıkla ikiye ayrılacak ve model çıkartılacaktır.



Resim 1.8: Zikzak çizilerek belirlenmiş pimleme yöntemi

Hassas dökümdeki pimlemede, model ayırma yüzeylerinin tekrar birleşmesi esnasında, kesimden önceki bütünlüğü tekrar yakalaması amaçlanmaktadır. Bunun için kesilmeye elverişli olan silikon, zikzaklar çizilerek kesilmelidir. Zikzak çizerek kesme,

modellemelerdeki pim ve kavelanın yaptığı görevi yapmaktadır. Bu durum, kalıbın tekrar birleştirilmesi sırasında kalıplar arasındaki kaymayı önleyecektir.

Sağlıklı bir kesim olabilmesi için kesimi yapacak kişinin modeli tanıması gerekir. Bunun yanında hassas kesimde öngörülen model, ayırım yüzeyinin boyanması ve bant çekim işleminin doğru yapılması gerekir.

1.4. Yolluk

Yolluk, mum modelin sağlıklı olarak elde edilmesindeki önemli etkenlerden biridir. Yolluğun ana modellemenin genellikle orta kısmından ve et kalınlığı en kalın olan bir yerinden verilmesi büyük önem arz etmektedir. Böylece mumun model boşluğunun en uç noktalarına ulaşması sağlanır, çöküntü ve çekme de önlenmiş olur.

Resim 1.9: Yolluğun ana modellemeye vidalanması

Resim 1.10: Ana modellemenin kasa içinde boşlukta kalabilmesi için aparatın takılması

Modelin kasa içinde boşlukta kalması ve etrafına silikonun sağlıklı biçimde sarılabilmesi için tel sayesinde boşlukta durması sağlanır. Modelin boşlukta kalabilmesi için kullanılacak malzeme, atölye şartları ve modelin yapıldığı malzemeye göre farklılıklar gösterebilir. Bu malzemenin aynı zamanda, kalıpta çıkıcı görevi yapacak kanalları oluşturacak olması önemlidir.

1.5. Silikon Malzeme

Hassas dökümde, ana modellemenin kalıplamasında kullanılan silikon kalıplamanın, hızlı prototip imalat sektöründe yaygın olarak kullanılmasının yanında, oto inşa teknolojisiyle daha hızlı ve kolay bir şekilde ana model imalatı da yapılabilmektedir.

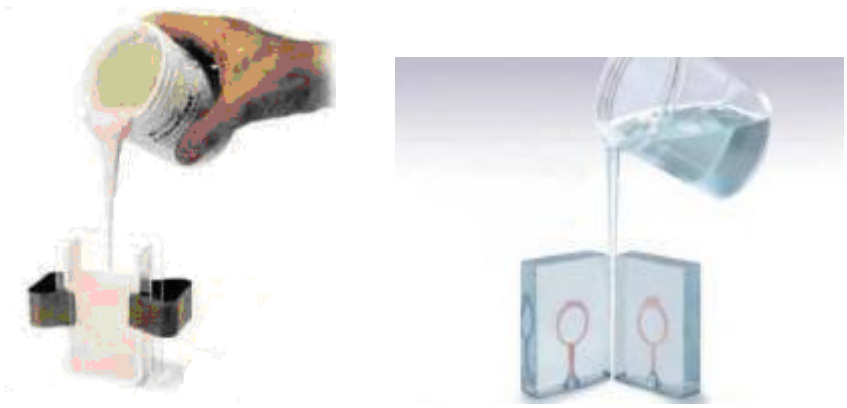
Şeffaf çift komponentli **RTV** silikon malzemeler, sıvı hâlden katı lastik hâline kısa sürede ve büzülme-şişmeye uğramadan geçebilmektedir. Bunun yanında, kalıba döküldüğünde yüksek akışkanlıkları sayesinde, master model üzerine yüksek basınç uygulamadan modeli çevreleyerek parmak izi gibi en küçük detayların ve yüzey desenlerin kalıplanabilmesini de sağlamaktadır.

RTV (**Room Temperature Vulcanizing**) oda sıcaklığında vulkanize (kür) olan silikonlar, istenirse çabuk kür olması için daha sıcak bir ortamda bekletilebilir.

Silikon malzemelerin içinde hava kabarcıkları kalmaması istenilen durumlarda, vakumlu bir ortamda tutulması gereklidir.

Silikon kalıpların ömürlerini, önemli oranda ana modellemenin geometrisi ve kalıba dökülecek malzemenin aşındırıcılığı belirlemektedir. Ortalama olarak bir silikon kalıba yaklaşık 25 adet döküm yapmak mümkün olmaktadır.

Kuyumculuk sektöründe ise çok daha karmaşık silikon kalıplar, seri imalatta hassas döküm için mum model üretiminde yaygın ve etkili bir şekilde kullanılmaktadır.



Resim 1.11: Kuyumculuk sektöründe kullanılan likit kalıp kauçuğuna iki örnek

Çizelge 1.1, Çizelge 1.2 ve Çizelge 1.3'te silikon döküm reçineleri ile ilgili detaylı bilgiler verilmiştir.

Reçineler	Palesit 370		Palesit 379	Palesit 371	Palesit 372
Renk	Beyaz		Gri	Beyaz	Beyaz
Uygulama	Alçı, mum ve reçine kalıpları		Alçı, mum ve reçine kalıpları	Alçı, mum ve reçine kalıpları	Alçı, mum ve reçine kalıpları
Sertleştirici	EN	L	382	N	N
Özellikler	Kısa uygulama müddeti	Uzun uygulama müddeti	Kopma mukavemeti yüksek ve elastik	Elastik ve yumuşak	Elastik ve dayanıklı
Oranlar	100: 3	100: 3	100: 3	100: 3	100: 4
Viskosite mPas oda ısısında	8000-9000	8000-9000	10000	12000	6000
Uygulama süresi dakika	100	180	200-250	80-120	80-120
Özgül ağırlık Kg/dm³	1,2	1,2	1,37	1,3	1,2
Shore sertliği ISO 868	A17	A17	A17-19	A25	A40
Kopma uzaması DIN 53504/S2 %	220	250	240-310	230	180
Yırtılma dayanıklılığı ASTM D624-54B N/mm²	1,5 - 2,0	1,5 - 2,0	11 - 14	2,0 - 2,5	2,5 - 3,0
Gerilme dayanıklılığı DIN 53504/S2 N/mm²	2,0	2,0	2,4	2,3	3,1
Lineer çekme 7 gün sonra %	0,5	0,5	0,5	0,5	0,3
Ambalaj Net kg	370 Harz: 25; 5 kg Haerter EN/L: 1,250; 0,250 kg		379 Harz: 25; 5 kg 382 Haerter: 0,150; 0,750 kg	371Harz: 25; 5 kg Haerter N: 1,250; 0,250 kg	372 Harz: 25; 5 kg Haerter N: 1,250; 0,250 kg

Çizelge 1.1: Silikon döküm reçineleri

Reçineler	Palesit 375	Palesit 382		Palesit 381	Palesit 383	Palesit 384
Renk	Kırmızı	Beyaz		Beyaz	Mavi	Bej
Uygulama	Isıya dayanıklı kalıplar	Alçı, mum ve reçine kalıpları		PUR ve polyester kalıpları	Alçı, mum ve polyester kalıpları	Alçı, mum ve PU reçine kalıpları
Sertleştirici	375	382	S	381	383	384
Özellikler	Isıya dayanıklı	Elastik ve yırtılmaya dayanıklı	Kısa donma müddeti	Elastik ve dayanıklı	Elastik ve polyester döküme dayanıklı	Elastik ve PU prototip döküm reçinelerine dayanıklı
Oranlar	100: 3	100: 4	100: 4	100: 5	100: 5	100: 5
Viskosite mPas oda ısısında	6000	25000	-	15000	25000	30000
Uygulama süresi dakika	60-90	60-120	10	80-120	60-90	150
Özgül ağırlık Kg/dm³	1,45	1,15	1,15	1,1	1,15	1,2
Shore sertliği ISO 868	A70	A20	A30	A32-38	A20	A25-28
Kopma uzaması DIN 53504/S2 %	40	300	250	140	300	500
Yırtılma dayanıklılığı ASTM D624-54B N/mm²	4,3 - 4,7	14	18	12	17	18
Gerilme dayanıklığı DIN 53504/S2 N/mm²	3,5	3,5	3,7	3,1	-	3
Lineer çekme 7 gün sonra %	0,8	0,6	0,6	0,7	0,7	0,5
Ambalaj Net kg	375 Harz: 25; 5 375 Haerter: 1,250; 0,250 kg	380 Harz:25; 5 kg 380/S Haerter: 1,250; 0,250 kg		381 Harz: 25; 5 381 Haerter: 1,250; 0,250 kg	383 Harz: 25; 5 383 Haerter: 0,250; 1,250 kg	384 Harz: 25; 5 384 Haerter: 0,250; 1,250 kg

Çizelge 1.2: Silikon döküm reçineleri

Reçineler	Palesit 385	Palesit 390	Palesit 391	Palesit 392	Palesit 394	Palesit 397
Renk	Açık yeşil	Krem	Beyaz	Açık mavi	Şeffaf	Şeffaf
Uygulama	Üretim ve restorasyon kalıpları	Reçine kalıpları	Kalıp ve model üretimi	Reçine kalıpları, elastik parça üretimi	Reçine kalıpları, prototip kalıpları	Prototip kalıpları
Sertleştirici	385	390	391	392	394	397
Özellikler	Elastik ve dayanıklı	Elastik ve çok düşük lineer çekme	Elastik ve düşük lineer çekme	Elastik ve düşük lineer çekme	Elastik ve çok düşük lineer çekme	Isı dayanıklılığı ve yüksek mekanik özellikler
Oranlar	100: 5	100: 10	100: 10	100: 6	100: 10	100: 10
Viskosite mPas oda ısısında	Tiksotrop	35000	12000	50000	45000	38000
Uygulama süresi dakika	120-240	80-120	180	70-100	90	100
Özgül ağırlık Kg/dm³	1,1	1,2	1,2	1,23	1,1	1,07
Shore sertliği ISO 868	A32-35	A36-40	A25-30	A50-55	A36-39	36
Kopma uzaması DIN 53504/S2 %	270	300	330	200	280	280
Yırtılma dayanıklılığı ASTM D624-54B N/mm²	12-15	25-28	19	5-6	23	12-14
Gerilme dayanıklılığı DIN 53504/S2 N/mm²	2,2	4,5	2,8	3,4	4,3	3,0 - 3,2
Lineer çekme 7 gün sonra %	1,1	0,1	0,1	0,1	0,1	< 0,1
Ambalaj Net kg	385 Harz: 25; 5 385 Haerter: 1,250; 0,250 kg	390 Harz:25; 5 kg 390 Haerter: 2,500; 0,500 kg	391 Harz: 25; 5 391 Haerter: 2,500; 0,500 kg	392 Harz: 25; 5 392 Haerter: 1,500; 0,300 kg	394 Harz: 25; 5 Haerter: 0,5; 2,5 kg	Harz: 25; 5 kg Haerter: 0,5; 2,5 kg

Çizelge 1.3: Silikon döküm reçineleri

Çizelge 1.1 - Çizelge 1.3'te verilen silikon reçineleri, ülkemizde kullanılan silikon malzeme örnekleridir.

1.6. Kesiciler

Kesiciler, ana modellemenin silikon kalıp içinden çıkarılmasında kullanılır. Kesiciler genellikle piyasada maket bıçakları olarak anılır. Kullanım alanları ve özellikleri birbirlerine çok yakın olan bu kesiciler kullanım kolaylığı ve yedek bıçaklarıyla kullanıcıya büyük avantaj sağlamaktadır.

Resim 1.12: Kesiciler maket bıçağı

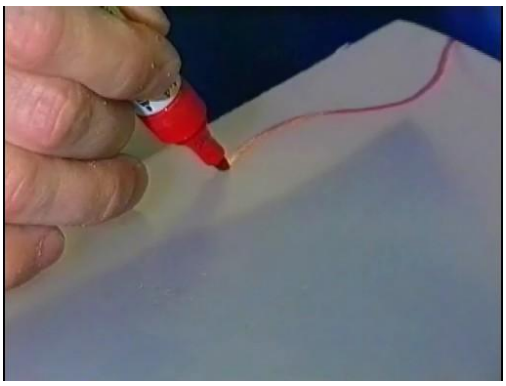
Resim 1.13: Bistüri (neşter) ve yedekleri

Kalıbı mala yüzeyinden keserek ana modeli çıkarma işlemi aşağıda adım adım anlatılarak gösterilmiştir.

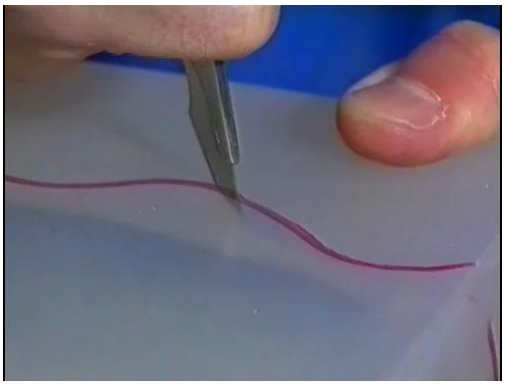
İçine silikon dökülen kalıbın katılaşma sürecini bekleyiniz.

Katılaşma süreci biten kalıbı sökünüz.

Kalıbın yolluk ve çıkıcılarından kompresör yardımıyla hava tutunuz.

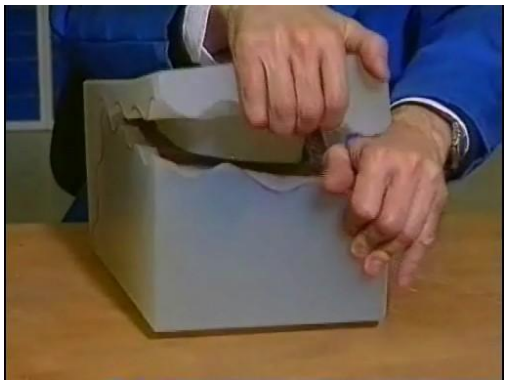


Ana modelleme üzerindeki model ayırma bandına uygun olarak mala yüzeyini renkli bir kalemle belirleyiniz.



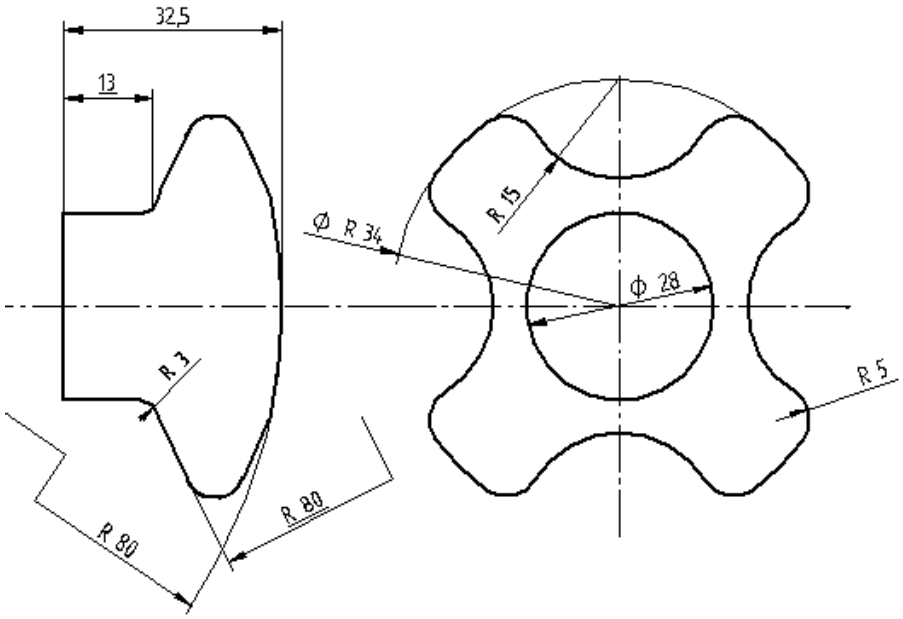
Kalıp parçalarının kasmaması için zikzaklı belirlediğiniz mala yüzeyini neşterle dikkatlice kesiniz.

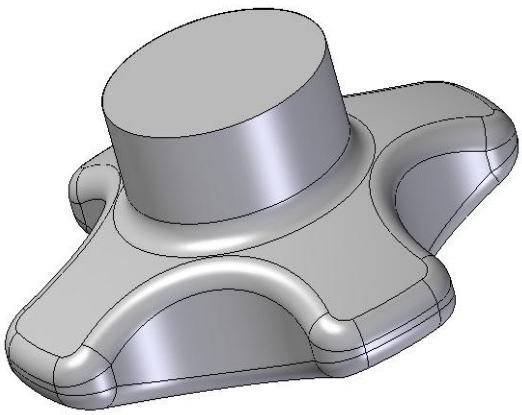
Kesme işleminde model ayırma bandına uyunuz.

 Kalıp parçalarını dikkatli bir şekilde birbirinden ayırınız.	Mala yüzeyini gösteren bandı sökünüz.
Ana modellemeyi elinizle çıkarınız.	Kalıbın içini temizleyerek mum dökümüne hazır hâle getiriniz.

UYGULAMA FAALİYETİ

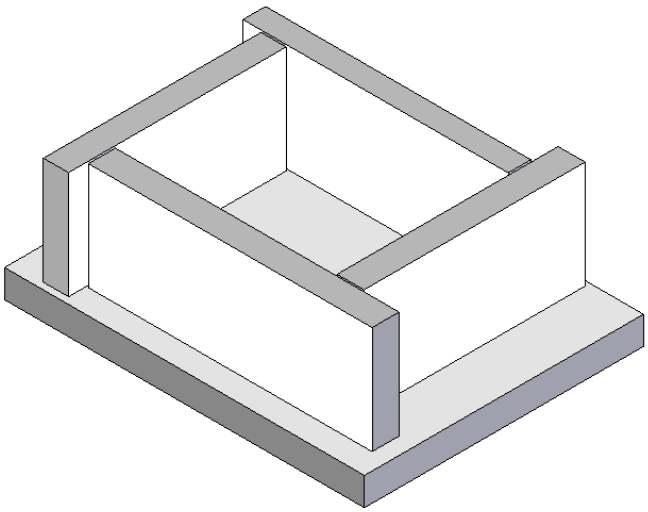
SABİTLEŞTİRME VOLANI





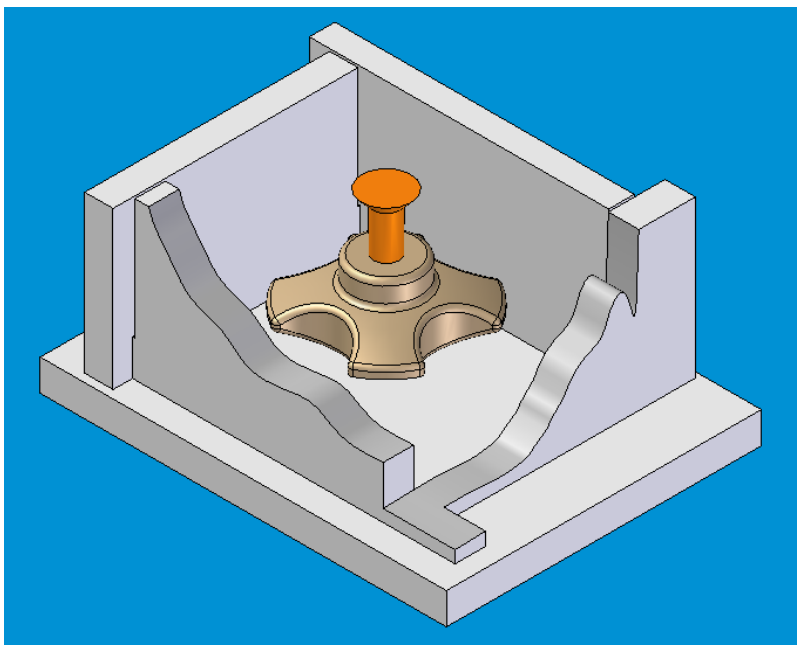
Resmi verilen sabitleştirme volanının modelini atölyenizde yapınız. 100x100x70 ölçülerinde kasa hazırlayınız. Silikon döküp sertleşmesi gerçekleşince kalıp ayırma yüzeyinde kesip modeli çıkartınız.

İç ölçüleri 100 x 100 x 80 olan suntalam malzemeden kasa hazırlayınız.



Temrinde kullanılacak malzeme listesi:

➢ Ağaç malzeme ➢ Torna tezgâhı ➢ Düz kalem ➢ Eğe ➢ Törpü ➢ Yüzey ayırıcı	➢ 100x100x70 ölçülerinde kasa için suntalam malzeme ➢ Silikon malzeme ➢ Neşter ➢ Renkli kalem ➢ Pense



İşlem Basamakları	Öneriler
➢ Kasa içinden silikon kalıbı çıkarınız.	➢ İş önlüğünüzü giyerek çalışma masanızı düzenleyiniz. ➢ Çalışma ortamınızı hazırlayınız. ➢ Yapacağınız iş parçasının şeklini inceleyiniz. ➢ Temrin malzeme listesine göz atınız. ➢ Takımhane sorumlusundan gerekli malzemeleri alınız. ➢ Modeli kalıp içinden özenle çıkarınız. ➢ Modeli çıkartırken kalıbı bozmayınız.
➢ Mala yüzeyini kalıp üzerinde kabaca belirleyiniz.	➢ Daha önceden modelin üzerinde renkli boyadığınız veya renkli bantladığınız mala yüzeyine dikkat ediniz.
➢ Neşterle hassas bir şekilde kalıbı kesiniz.	➢ Kesme işlemini yaparken güvenlik kurallarına uyunuz. ➢ Belirlediğiniz bu mala yüzeyi modelin mala yüzeyi ile bütünlük göstermelidir.
➢ Kalıp içine kalıp parçalarının kaymasını engelleyecek tırnakları koyunuz.	➢ Modeli meydana getirecek kalıbı kalıp parçaları kaymayacak şekilde zikzaklı kesiniz. ➢ Bu işlemi yaparken modelin mala yüzeyini dikkate alınız.
➢ Kalıp içinden ana modellemeyi çıkartınız.	➢ Kalıp içinden ana modeli dikkatlice çıkarınız. ➢ Kalıp içini temizleyiniz. ➢ Kalıbı mum enjekte edecek duruma getiriniz.

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Resmi iyice anladınız mı?		
2. Ana modelleme için malzeme hazırladınız mı?		
3. Hazırladığınız malzeme ila modeli yaptınız mı?		
4. Yaptığınız modeli resme göre kontrol ettiniz mi?		
5. Modelin kalıp ayırma yüzeylerini boyadınız mı veya renkli bantla bantladınız mı?		
6. Modele uygun kasa yaptınız mı?		
7. Tablodan işe uygun silikon seçip uyguladınız mı?		
8. Kalıbı çıkartıp kompresörle yolluğuna hava tuttunuz mu?		
9. Renkli kalemle kalıbı zikzak çizip kestiniz mi?		
10. Kestiğiniz kalıbın içinden ana modellemenizi çıkardınız mı?		
11. Modeli çıkardığınız kalıbı temizlediniz mi?		
12. Çalıştığınız alanı temizlediniz mi?		
13. Kullandığınız takımları temizleyip teslim ettiniz mi?		
14. Başka bir model verildiğinde silikon kalıplayıp kalıbı mum enjekte etmeye hazır hâle getirebilir misiniz?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda "Hayır" şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız "Evet" ise "Ölçme ve Değerlendirme"ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümleleri dikkatlice okuyarak boş bırakılan yerlere doğru sözcüğü yazınız.

1. Karmaşık metal dökümler yüksek hassasiyet ve yüzey kalitesi ile yapılabilmektedir. Bu özelliği ile hassas döküm, birçok …… işleminin gereğini ortadan kaldırır.

2. Hassas döküm sadece ……..'dan küçük parçaların dökümüne uygundur.

3. Kalıplama kasası ana modellemeyi tam anlamıyla içine alacak şekilde ve fazla miktarda malzeme israfına neden olmayacak …….. olmalıdır.

4. Kalıplamada kesim yapabilmek için ana modellemenin ayırım yüzeyi ……..işaretlenmelidir.

5. Hassas dökümde pimlemedeki esas amaç kalıp parçalarının tekrar birleştirilmesi sırasında kesimden önceki …….yakalaması amaçlanmaktadır.

6. Silikon malzemelerin içinde hava kabarcıkları kalmaması istendiğinde ……..bir ortamda dökülmesi gerekir.

7. Ortalama olarak bir silikon kalıba yaklaşık ……adet döküm yapmak mümkün olmaktadır.

Aşağıda verilen soruyu arkadaşlarınızla tartışarak cevaplandırınız. Cevabınızı öğretmeninize gösteriniz.

Kalıp içinden ana modellemeyi çıkartabilmek için modelin kalıp ayırma yüzeyine neden renkli bant yapıştırıyor veya renkli kalemle boyuyoruz?

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALIYETI-2

AMAÇ

Kalıba mum enjekte ederek istenilen sayıda model elde edeceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Bölgenizdeki makine modelcilerini gezerek mum model yapıp yapmadıklarını, yapıyorlarsa bunları nasıl yaptıklarını araştırınız.
- Mum malzemesinin satıldığı yerleri araştırınız. Satılan mum çeşitlerini inceleyiniz.
- Evinizde veya bölgenizde kullanılan mumları inceleyiniz.
- Araştırma konusunda sanal ortamda ve ilgili sektörde kaynak taraması yapınız.
- Topladığınız bilgi ve dokümanları rapor hâline getiriniz.
- Hazırladığınız raporu atölyede arkadaşlarınızla tartışınız

2. KALIBA MUM ENJEKTE ETMEK

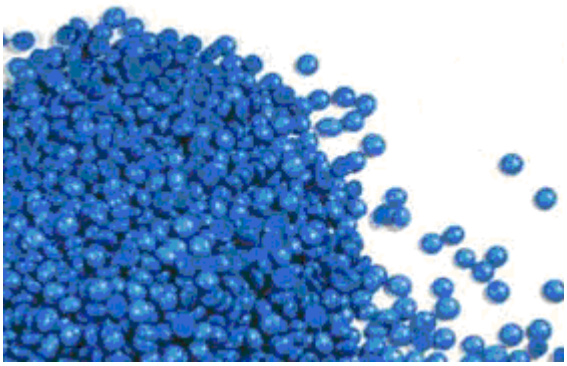
2.1. Hassas Dökümde Kullanılan Mumlar

Hassas dökümde mum kullanılmasının başlıca sebepleri aşağıda belirtilmiştir.

- Ucuz ve pratiktir.
- Kolay şekil alma özelliği vardır.
- Kalıbı doldurma özelliği mükemmeldir.
- Ergime ve katılaşma değeri birbirlerine yakındır.
- Geri kazanılma özelliği vardır.
- Kendini çekmeme özelliği vardır.

Hatasız ve döküme elverişli mum kullanabilmek için mumları ve özellikleri hakkında bilgi sahibi olunması gerekmektedir. Resim 2.1 – Resim 2.6'da mum çeşitleri gösterilmiştir.

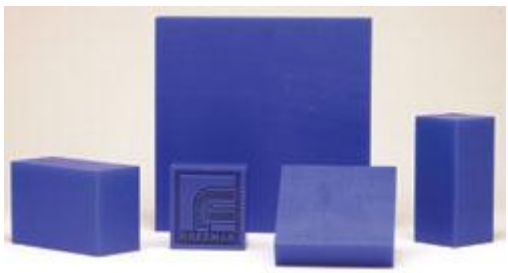
Resim 2.1: Yaprak mumlar



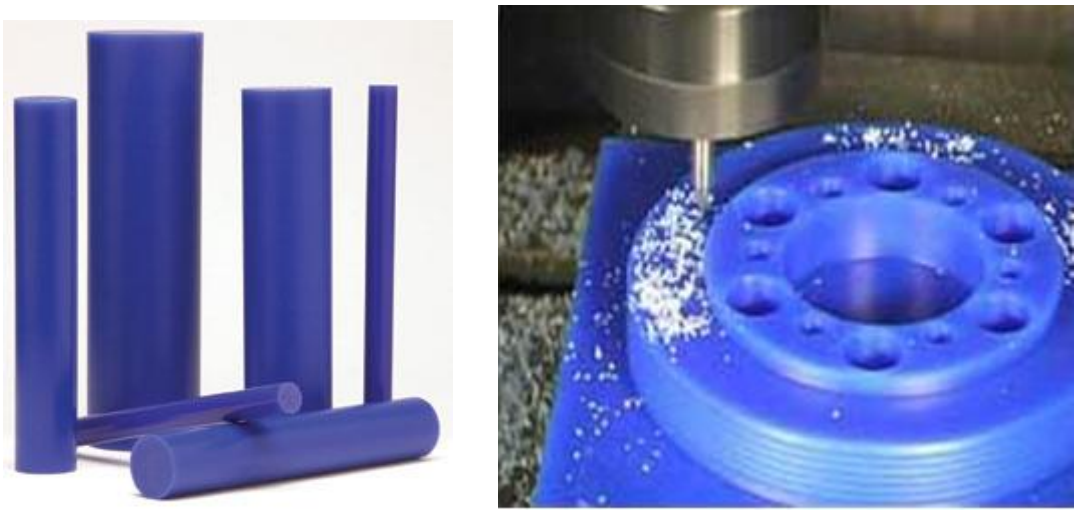
Resim 2.2: Boncuk mumlar

Resim 2.3: Kuyumcu yüzük mumları

Resim 2.4: Yontu mumları



Resim 2.5: Makinede işlenebilir mumlar

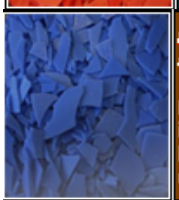
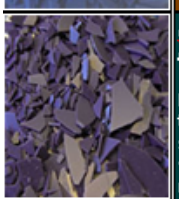


Resim 2.6: Makinede işlenebilir silindirik mum

Bunlardan başka kuyumcuların ve dişçilerin de çoğunlukla kullandıkları mumlar da mevcuttur. Bu mumlardan bazıları aşağıda belirtilmiştir.

- Suda eriyebilen mumlar
- Astar mumu
- Dolgu döküm mumu
- Çöz-yont mumu
- Yapışan mum
- Mor mum bloku
- Sap mumu
- Makara mumu
- Tel mumu
- Krem (örtücü) mumu

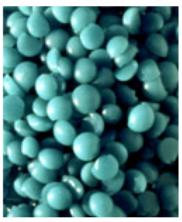
Çizelge 2.1'de yaprak mumun çeşitleri ve teknik özellikleri, Çizelge 2.2'de yaprak enjeksiyon mumlarının teknik özellikleri ve Çizelge 2.3'te ise boncuk enjeksiyon mumlarının teknik özellikleri verilmiştir.

	Aqua Yaprak Mum ***Enjeksiyon Sıcaklığı: 65°C*** Her amaca cevap verebilen bu mum, en çok rağbet gören formülasyon olup, birçok tasarımcı ve döküm ustası tarafından arzu edilen ideal özelliklere sahiptir. Taşlı döküm için de tavsiye edilir.
	Turquoise Yaprak Mum ***Enjeksiyon Sıcaklığı: 65°C*** Aqua mumun benzeri olup, tek farkı rengidir. Birçok tasarımcı ve döküm ustası, ince detayların daha kolay görülebilmesini sağladığı için, koyu renkli mumları tercih ederler.
	Ruby Red Yaprak Mum ***Enjeksiyon Sıcaklığı: 65°C*** Aqua mumun benzeri olup, tek farkı rengidir. Birçok tasarımcı ve döküm ustası, ince detayların daha kolay görülebilmesini sağladığı için, daha koyu renkli mumları tercih ederler.
	Tuf Guy Green Yaprak Mum ***Enjeksiyon Sıcaklığı: 73°C*** Daha önce Tuffy Green adıyla satılan bu mum, Freeman yaprak mumları içinde en sert olanıdır. İyi şekil alması, dayanıklı ve de esnek olmasıyla büyük parçalar için idealdir.
	Filigree Pink Yaprak Mum ***Enjeksiyon Sıcaklığı: 68°C*** Daha önce NYC Pink adıyla satılan bu mum, Tuf Guy Green'in esnekliği i Aqua mumun mükemmel akıcılığını birleştirir. Telkâri gibi ince detayları görür ve modelin kalıptan kırılmadan çıkarılmasına olanak verir. Taşlı döküm için tavsiye edilir.
	Super Pink Yaprak Mum ***Enjeksiyon Sıcaklığı: 65°C*** En hızlı katılaşan mumdur. Çok çabuk donma özelliğiyle çöküntü yapma ve kilit, tırnaklı işler ve kanal mıhlama için idealdir. Işığı geçirmediği içi modelin gözle kontrolü de son derece kolaydır.
	*Flexible Blue Yaprak Mum* ***Enjeksiyon Sıcaklığı: 68°C*** Daha önce Flex-Plast adıyla satılan bu mum Freeman yaprak mumları içinde raf ömrü en uzun ve en esnek olanıdır. Mum ve plastikten benzer bir karışım olup, özellikle metal kalıplar ve taşlı dökümler için çok uygundur.
	*Carvable Purple Mum* ***Enjeksiyon Sıcaklığı: 77°C*** Bu mum, hazırladıkları modellerde çoğu zaman değişiklik yapmak isteyen tasarımcılar ve dökümcüler için geliştirilmiştir. Eğe, fisür gibi aletlere çok az sarılıp, dişlerini fazla doldurmadığı için kolay yontulup işlenebilir. Freeman yaprak mumları içinde enjeksiyon sıcaklığı en yüksek olanıdır. Elde rahatlıkla muamele edilebilir ve kolay kolay kırılmaz.

Çizelge 2.1: Yaprak mumlarının çeşitleri ve teknik özellikleri

	Ürün İsmi ve No.	Enjeksiyon Sıcaklığı	Akışkanlık	Esneklik	Çekme	Uygulama
	13360 Aqua Green	65°C	Yüksek	Orta	Düşük	İyi Detay. *Taşlı Döküm* İçin Tavsiye Edilir
	14079 Ruby Red	65°C	Yüksek	Orta	Düşük	İyi Detay. *Taşlı Döküm* İçin Tavsiye Edilir
	14293 Turquoise	65°C	Yüksek	Orta	Düşük	İyi Detay. *Taşlı Döküm* İçin Tavsiye Edilir
	23020 Flex-Plast	68°C	Orta	Yüksek	Orta	Uzun Raf Ömrü. Yüksek Esneklik *Metal Kalıplar* İçin Tavsiye Edilir
	18428 NYC Pink	68°C	Orta	Orta	Düşük	Yüksek Detay. Kalıptan kırılmadan çıkarılmaya uygun
	16181 Tuffy Green	73°C	Orta	Yüksek	Düşük	Geniş Objeler. Sert.
	12138 Super Pink	65°C	Yüksek	Düşük	Düşük	Keskin Kenar Çıkarmaya Uygun. Hızlı Sertleşme.
	32456 ACCU Carve	79°C	Yüksek	Orta	Düşük	Yontulabilir Enjeksiyon Mumu.

Çizelge 2.2: Yaprak enjeksiyon mumlarının teknik özellikleri

	Ürün İsmi ve No.	Enjeksiyon Sıcaklığı	Akışkanlık	Esneklik	Çekme	Uygulama
	28161 Sapphire	68ºC	Yüksek	Orta	Düşük	Çok Amaçlı. Mükemmel Detay. Kalıptan kırılmadan çıkarılmaya uygun
	28162 Blue Zircon	68ºC	Yüksek	Orta	Düşük	Çok Amaçlı. Mükemmel Detay. Kalıptan kırılmadan çıkarılmaya uygun
	28163 Pink Tourmaline	68ºC	Orta	Orta	Düşük	Çok Amaçlı. Mükemmel Detay.Esneklik Kalıptan kırılmadan çıkarılmaya uygun

Çizelge 2.3: Boncuk enjeksiyon mumlarının teknik özellikleri

Hassas döküm model mumları, esas olarak çeşitli doğal ya da sentetik mum ve reçinelerin, başka katkı maddeleri ile birlikte istenilen bu özellikleri sağlayabilecek şekilde karıştırılması ile oluşturulur. Mumlar elde edilirken kazanlar kullanılır. Mum kazanları Resim 2.7 - 2.10'da gösterilmektedir.

Mum kazanları

Resim 2.7: 0,5 litrelik mum kazani

Resim 2.8: Mum eneksiyon kazanı

Resim 2.9: 2 litrelik mum enjeksiyon kazanı

Resim 2.10: Mum enjeksiyon kazanı

Mumun silikon kalıp içine enjeksiyonu için mum kazanları kullanılır. Mum kazanları çeşitli tip ve özelliklerde imal edilmişlerdir (Resim 2.11).

Resim 2.11: Modern mum enjeksiyon makineleri

Mum kazanlarının hazırlanması

Mum kazanına öncelikle enerji verilir. Kazan içindeki mum kontrol edilir. Kazanın içine yeteri kadar mum ilave edilerek kapak kapatılır. Termostat 100º C'ye getirilir. Kazan sıcaklığının istenilen sıcaklığa geldiğini bildiren uyarı lambasının yandığında termostat, yazın 70 ila 75 ºC'ye kışın ise 75 ila 80ºC'ye düşürülür. Bu işlemleri yaparken üst emniyet vidasının açık olmasına dikkat edilmelidir.

Üst emniyet vidası kapatılıp istenilen sıcaklığa gelen kazan içine hava pompalanır. Kazanın yeterli basınca ulaştığı, kazan barometresinden takip edilebilmektedir.

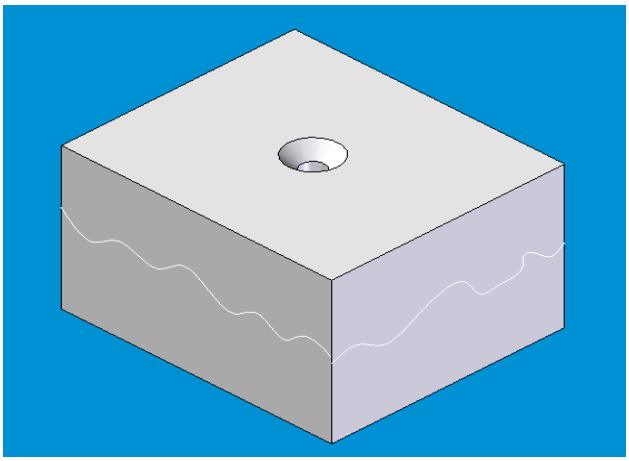
2.2. Termostat

Termostatlar sıcaklık derecesinin ayarlanmasında kullanılan cihazlardır. Katı, sıvı ve gaz sıcaklıklarını belirli bir derecede sabit tutarlar. Ayrıca bu maddelerin sıcaklık derecelerinin arzulanan bir değerden aşağıya düşmesine veya yukarıya çıkmasına mani olurlar.

Termostatlar elektrikle çalışan ısıtıcı ve soğutucuların bulundukları sistemlerde kullanılır.

Resim 2.12: Termostat ayar göstergesi

Termostat ibresi (kırmızı olanı) istenilen sıcaklığa getirilir. Şalter açılır ve kazanın çalışması sağlanır. Siyah ibre kırmızının üstüne geldiğinde termostat otomatik olarak devreyi kapatacaktır. Böylece kazan ısısı istenilen seviyeye gelmiş olur.



Şekil 2.1: Silikon kalıp

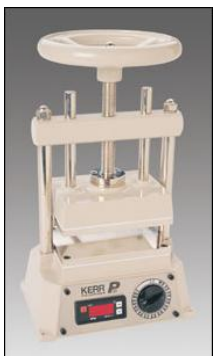
2.3. Pres

Hassas döküm teknolojilerinde özellikle kuyumculuk sektöründe, kalıp olarak kauçuk kullanımının ön plana çıkması ve bu kauçukların da pişirilerek (vulkanisazyon) elde edilmesinden dolayı, pişirme kalıplarına (Resim 2.13) ihtiyaç duyulmuştur.

Resim 2.13: Kauçuk pişirme kalıpları

Resim 2.14: Kauçuk mengenesi

Kauçuğun pişirme kalıplarında pişirilmesi için kauçuk pişirme presine ihtiyaç vardır (Resim 2.15). Hazırlanan kalıp malzemesi, madenî kapakla kapatılarak aşağıda resmi verilen kauçuk pişirme preslerinde pişirilerek kalıp elde edilir. Pişirme sıcaklıkları 140 ile 160 °C derecede ve kalınlığa bağlı olarak 30 veya 80 dakika aralarında uygulanmalıdır. Pişirme süreleri ve derecelerini üretici firmaların katalog ve tablolarından firmaların önerdiği değerleri uygulanmalıdır.



Resim 2.15: Kauçuk pişirme presleri

2.4. Vakum

Silikon malzemelerin kalıp imalatı sırasında kabarcıklar nedeniyle hatalı kalıp üretilebilmektedir. Sıvı silikonun iki katalizörden meydana gelmesi ve karışımın sağlıklı yapılarak kasaya dökümü esnasında kabarcıkların oluşması durumunda kalıp hatalı çıkabilir.

Kabarcıkları önlemek için vakum döküm sistemleri gerçekleştirilmiştir. Teknolojinin hızla geliştiği günümüzde vakum döküm sistemleri de gelişmektedir. Hızlı prototip laboratuvarlarında kullanılmak üzere tasarlanan bu sistemler, hassas dökümün vazgeçilmezlerinden olan silikon kalıplama uygulamaları için de idealdir.

Resim 2.16: Vakum altına dökülmüş silikondan çıkan hava kabarcıkları

Resim 2.17: Vakum kalıplama sistemi

Resim 2.18: Vakum altında gerçekleştirilen silikon kalıba döküm

2.5. Hacim Hesapları

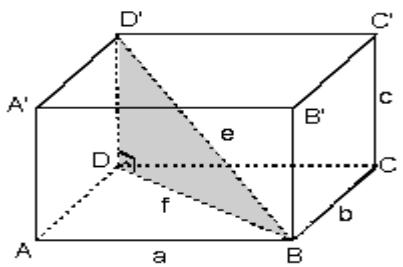
Hassas döküm yolu ile model elde edilirken kullanılacak malzeme miktarını hesaplayabilmek için hacim hesaplarının bilinmesi gerekmektedir. Kullanılan kasaya ne kadar silikon malzeme gider, ne kadar muma ihtiyaç vardır? Bu gibi hesaplamalarda kullanılır.

- **Geometrik şekillerin hacim hesapları**

  - **Dikdörtgenler prizması**

Dikdörtgenler prizması, yan yüzeyleri karşılıklı olarak ikişer ikişer eş olan altı adet dikdörtgenden oluşan prizmadır.

Hacim = a.b.c Alan = 2 (ab + bc + ac)



V = Hacim A = Alan	a = Boy b = En c = Yükseklik

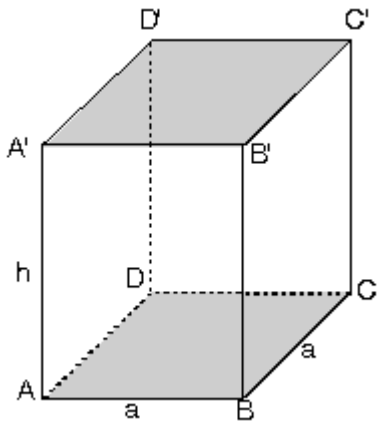
ÖRNEK: Bir dikdörtgen prizmanın eni 50 mm, boyu 100 mm ve yüksekliği 40 mm olduğuna göre hacmini bulunuz.

Çözüm: a=100 mm
b= 50 mm
c= 40 mm
V= ?

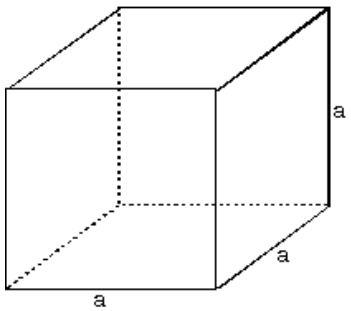
V= a x b x c
V= 100 x 50 x 40
V= 200.000 mm²

- **Kare prizma**

Tabanı kare olan prizmalara **kare prizma** denir.
Hacim = a^2 . h

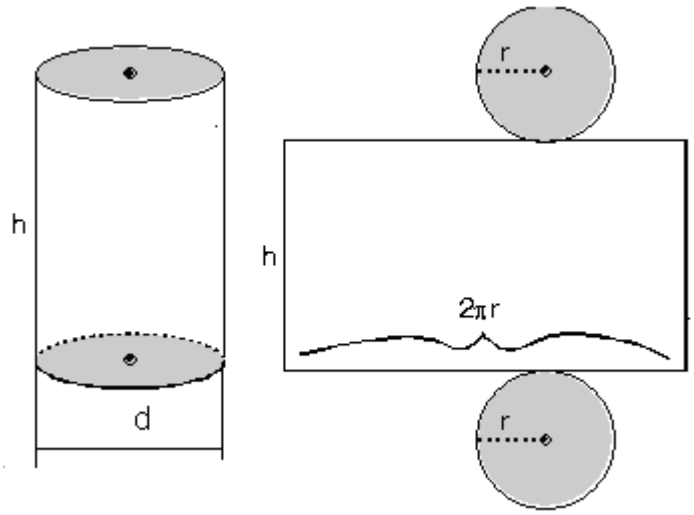


Küp
Bütün ayrıtları birbirine eşit olan dik prizmaya küp denir.
Hacim = a^3
Alan = $6a^2$



- **Silindir**

Tabanı daire olan prizmalara silindir denir.
Taban alanı= $\pi \cdot r^2$
Hacim= $\pi \cdot r^2$



d = Silindir çapı
h = Silindir yüksekliği

Örnek : Çapı 30 mm olan bir silindirin yüksekliği 50 mm'dir. Silindirin hacmini bulunuz.

Çözüm : d = 30 mm r = 15 mm $V = \pi \cdot r^2 \cdot h$

h = 50 mm

$V = 3.14 \cdot 15^2 \cdot 50$

V = ?

$V = 3.14 \cdot 225 \cdot 50$

$V = 35\ 325\ mm^3$ tür.

Hacim ve yoğunluktan hareket ederek ağırlık hesaplarının yapılması aşağıda anlatılmıştır.

Malzemelerin ağırlığının hesaplanabilmesi için iki değerin bilinmesi gerekir.

- Parçanın hacmi
- Yoğunluğu (özgül ağırlığı)

Yoğunluk değerleri her malzeme için farklılık arz etmektedir. Bu iki değerin birbirleriyle çarpımı o metalin ağırlığını vermektedir.

Bazı maddelerin yoğunlukları Çizelge 2.4'te verilmiştir.

Madde	Yoğunluk (kg/m^3)
Nikel	8.900
Çinko	7.133
Platin	21.450
Altın	19.300
Kır döküm	7.250
Çam ağacı	630
Kurşun	11.340
Gümüş	10.490
Bakır	8.920
Demir	7.870
Alçı	2.320
Alüminyum	2.700
Magnezyum	1.740
Su	1OOO
Etil Alkol	790
Vulkanize fiber	1.280
Silikon	2.400
Ihlamur ağacı	470
Hava	1.300

Çizelge 2.4: Malzemelerin yoğunlukları

Ag = V x Ög
Ag = Metalin ağırlığı
V = Metalin hacmi
Ög = Metalin yoğunluğu (özgül ağırlığı)

Örnek: Yoğunluğu (özgül ağırlığı) 2.700 kg/m^3 olan alüminyumdan iş parçası dökülecektir. Parçanın boyu 10 cm, eni 5 cm ve yüksekliği 4 cm'dir. Dökülecek parçanın ağırlığını bulunuz.

Çözüm: a = 10 cm = 0.1 m
b = 5 cm = 0,05 m
c = 4 cm = 0,04 m
Ög= 2.700 kg/m^2
Ag = ?

V = a . b . c
V = 0,1 . 0,05 . 0,04
V = 0,0002m^3
Ag= V x Ög
Ag = 0,0002 . 2.700
Ag = 0,54 kg
Ag = 54 g

Örnek : Çapı 120 mm ve yüksekliği 100 mm olan bir silindirin içine silikon dökülecektir. Silikonun yoğunluğu 2400 kg/m^{3}tür. Silikonun ağırlığını bulunuz.

Çözüm : D = 120 mm = 0.12 m
r = 0.06 m
h = 100 mm = 0.1 m
Ög = 2400 kg/m³
Ag = ?

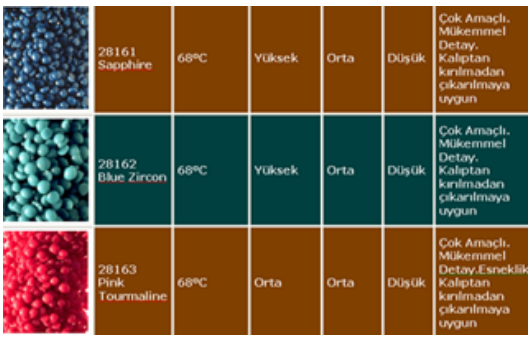
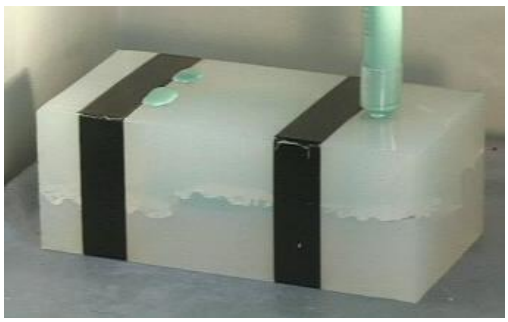
V = A .h
V = 0.011304 . 0.1
V = 0.0011304 m^3

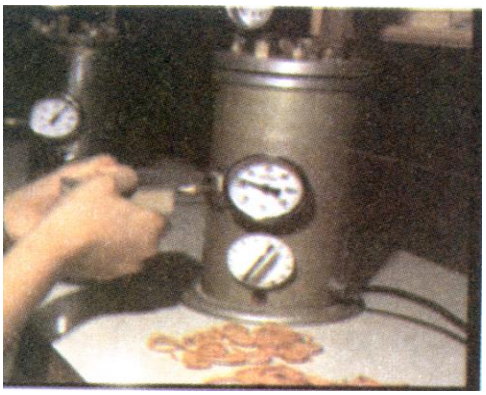
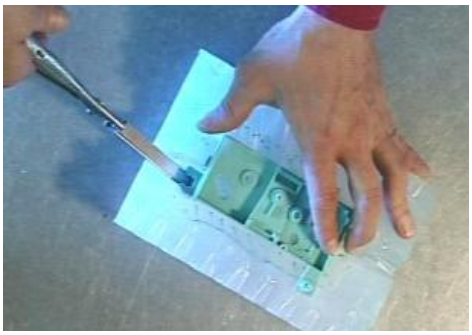
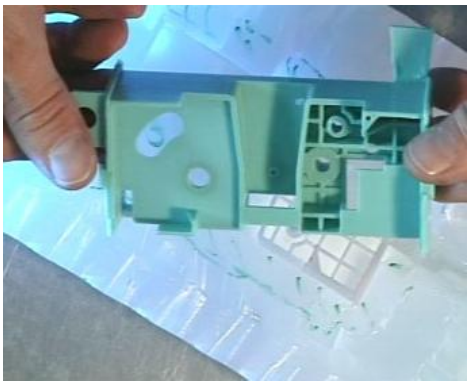
Ag = V . Ög
V = A . h
A = π . r²
A = 3.14 . 0.06^2
A = 3.14 . 0.0036
A = 0.011304 m^2
Ag = V .Ög
Ag = 0.0011304 . 2400
Ag = 2.71296 kg

- **Döküm için gerekli metal miktarını tespit yöntemleri**

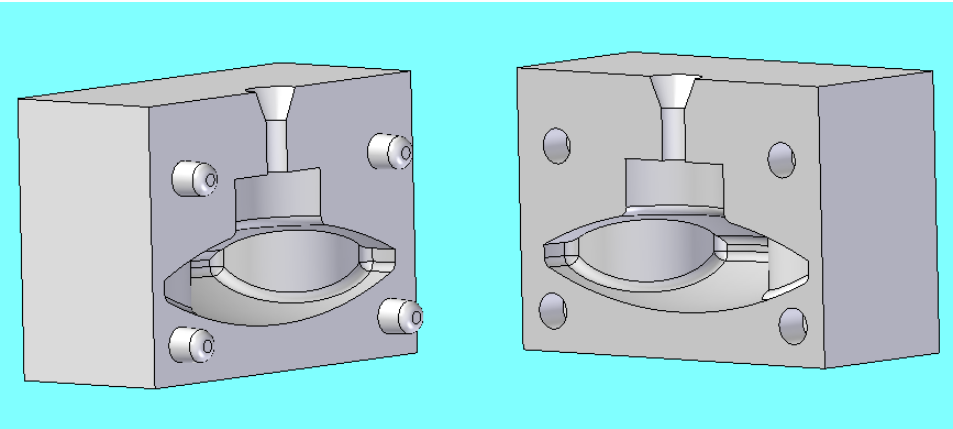
  - **Terazi yöntemi:** Salkım oluşturma bittiğinde, mum salkımı tartılarak ağırlığı bulunur. Bu ağırlık ile döküm malzemenin özgül ağırlığı oransal farkı çarpımı yapılarak bulunabilir.
  - **Su taşırma yöntemi:** Su dolu bir kaba salkım batırılarak su taşması sağlanır. Taşan suyun yerine dökülecek maden parçacıkları kaba atılır. Su seviyesi ilk hâline gelince maden parçacıkları tartılarak dökümün yaklaşık ağırlığı bulunabilir.

➢ **Kalıba mum enjekte etmek**

 Mum tablosundan işine uygun mum seçtiniz mi?	 Tablodan işinizin özelliğine uygun enjeksiyon mumunu seçerek kazanın içine gereği kadar atınız.
 Üst emniyet vidasını gevşek bırakarak termostatı istenilen ısı değerine ayarlayınız (Örneğin 75ºC).	 Kalıba mum enjeksiyonu sırasında şeklini bozmaması için kare veya dikdörtgen biçimindeki kalıp çerçevesine koyunuz. Çerçeveyi mengeneye bağlayınız.
 Çerçeveye koyma işlemini gerçekleştiremiyorsanız silikon kalıbı bantla sıkıca bantlayabilirsiniz (Bu uygulama genellikle enjeksiyonsuz uygulamalarda yapılabilir.).	 Termostat istenilen sıcaklığa ulaşınca üst emniyet vidasını kapatıp pompa yardımı ile hava pompalayınız. Kazan barometresinden basınç artışını gözleyerek kazan içindeki basıncı uygun hâle getiriniz.

 Kalıp içine aldığınız silikon kalıba mum enjekte etmek için termostatı 75ºC ayarlayınız ve kazanın ağız (enjektör) kısmına kalıbı dayayıp mum enjekte ediniz.	 Kalıbı ikiye ayırınız. Bunu yaparken kalıbı bozmamaya özen gösteriniz.
 Mum modeli silikon kalıptan çıkarınız.	 Mum modeli kontrol ediniz.

UYGULAMA FAALİYETİ



Sıkma volanı silikon kalıbının içine mum enjekte ediniz.

İşlem Basamakları	Öneriler
➢ Atölyedeki mum stoklarından kazana mum koyunuz.	➢ İş önlüğünüzü giyerek çalışma masanızı düzenleyiniz. ➢ Çalışma ortamınızı hazırlayınız. ➢ Yapacağınız iş parçasının şeklini inceleyiniz. ➢ Temrin malzeme listesine göz atınız. ➢ Depo sorumlusundan gerekli malzemeleri alınız. ➢ Silikon kalıbı kontrol ediniz.
➢ Üst emniyet vanasını gevşetiniz.	➢ Emniyet vanasını mutlaka her zaman gevşek bırakınız. ➢ Bu işlemi kazana enerji vermeden önce yapınız.
➢ Kazana enerji vermeden termostatı 100ºC'ye ayarlayınız.	➢ Güvenlik kurallarına uyunuz. ➢ Üretici firmanın önerisi yoksa termostatı 75ºC'ye ayarlayınız.
➢ Kalıbı basınçtan açılmayacak şekilde birleştiriniz.	➢ Bu işlemi yaparken sıkma aparatını kullanınız. ➢ Sıkma aparatınız yok ise bant ile açılmayacak şekilde bantlayınız.
➢ Kalıbı mum kazanı memesine yerleştiriniz.	➢ Hazırladığınız kalıbı mum kazan memesine yerleştiriniz. ➢ Bu işlemi gerçekleştirirken güvenlik kurallarına uyunuz.

➢ Mum enjeksiyon presini kullanınız.	➢ Mum enjeksiyon presini kullanmak için bilgi ve deneyimlerinizi artırınız.
➢ Kalıp içine mum enjekte ediniz.	➢ Sıkma aparatı arasına sıkıştırdığınız kalıba mum enjekte ediniz. ➢ Bu işlemi yaparken sıcak mum ve kazandan size gelebilecek yanma kazalarına karşı tedbir almalısınız.
➢ Kalıp içinde mum modellemeyi çıkarınız.	➢ Kalıp içine enjekte edilen mumu bozmadan çıkarmalısınız. ➢ Mum modeli kontrol ederek onarılması gereken yer varsa onarınız.

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Resmi iyice anladınız mı?		
2. Daha önce buna benzer model yaptınız mı?		
3. Tablodan işinize uygun mum seçtiniz mi?		
4. Kazana yeterli miktarda mum attınız mı?		
5. Termostatı istenilen ısı seviyesine ayarladınız mı?		
6. Mum enjeksiyonu yaparken gerekli emniyet tedbirlerini aldınız mı?		
7. Mumu kalıba enjekte edebildiniz mi?		
8. Mum modeli kalıptan çıkarabildiniz mi?		
9. İşinizi zamanında bitirebildiniz mi?		
10. İşinizi yaparken arkadaşlarınızdan yardım aldınız mı?		
11. Çalıştığınız alanı temizlediniz mi?		
12. Kullandığınız takımları temizleyip teslim ettiniz mi?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda "Hayır" şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız "Evet" ise "Ölçme ve Değerlendirme"ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümleleri dikkatlice okuyarak boş bırakılan yerlere doğru sözcüğü yazınız

1. Kolay şekil alma özelliği hassas dökümde model için ……..kullanılmasının başlıca sebeplerinden bir tanesidir.

2. Mumun silikon kalıp içine enjeksiyonu için ……kullanılır.

3. ……sıcaklık derecesinin regülasyonunda kullanılan cihazlardır.

4. Termostatlar elektrikle çalışan ……bulundukları sistemlerde kullanılırlar.

5. Kabarcıkları önlemek için …….döküm sistemleri kullanılmaktadır.

6. Tabanı daire olan prizmalara ……..denir.

Aşağıda verilen soruyu arkadaşlarınızla tartışarak cevaplandırınız. Cevabınızı öğretmeninize gösteriniz.

Mumun **kolay şekil alma** özeliğine alternatif bir başka malzemede bulabilir miyiz? Bu malzeme ne olabilir?

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-3

AMAÇ

Kalıptan modelleri çıkararak salkım oluşturma işlemlerini yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Mum modellerle üretilmiş mamulleri inceleyiniz.
- Araştırma konusunda kuyumcu ve dişçileri gezerek kaynak taraması yapınız.
- Topladığınız bilgi ve dokümanları rapor hâline getiriniz.
- Hazırladığınız raporu atölyede arkadaşlarınızla tartışınız.

3. KALIPTAN MUM MODELLERİ ÇIKARARAK SALKIM OLUŞTURMAK

3.1. Mala Yüzeyi

Kalıbın muhtelif kısımlarını birbirinden ayıran yüzeye mala yüzeyi denir.

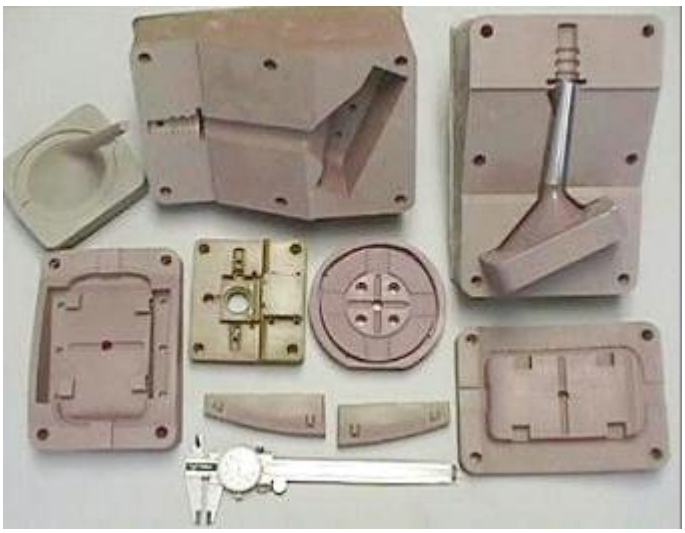
Hassas döküm işlemlerinde seramiğe döküm veya seramiğe kabuk döküm işlemlerinde, mala yüzeyi kavramı ortadan kalkmaktadır. Bu şekilde düşünülmesindeki ana sebep, mumun etrafını saran seramiğin içinden ısı yardımıyla mumun alınarak seramiğin içinden kolayca çıkmasıdır.

Hassas döküm yönteminin dışında kalan döküm türlerinde, ana modeli tekrar kalıplama gerekliliği ve kumun içinden çıkartma ve tekrar kalıplama ihtiyacı, mala yüzeyi kavramının önemini ortaya koymaktadır.

Resim 3.1: Mala yüzeyine örnek

Hassas dökümde mala yüzeyi kullanımı, silikon kalıp yapımında ve silikon kalıptan mum modelin çıkarılması için gereklidir. Silikon kalıplama esnasında ana modellemeyi silikonun içinden dolayısıyla, silikon kalıptan sorunsuz ve hatasız bir şekilde çıkarma işleminin kolaylaştırılması gerekir.

Diğer modellemelerdeki prensipte olduğu gibi (istisnalar dışında) mala yüzeyi modelin en geniş kesitinden geçmelidir. Mala yüzeyi ana modellemenin şekline uygun olarak düz ve değişik profilli olabilir.



Resim 3.2: Mala yüzeyine örnekler

3.2. Yolluk

Kalıp boşluğuna maden veya malzeme götüren kanallara yolluk adı verilir. Malzemenin cinsi ve parçanın şekline göre değişkendir.

Yolluk şu bölümlerden meydana gelir:

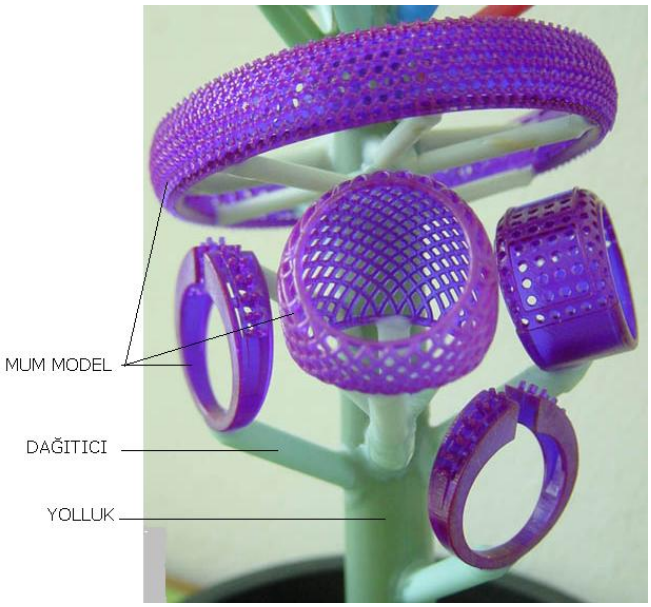
- Havşa
- Gidici
- Topuk
- Cürufluk
- Meme

Bu bölümlerin tamamına yolluk sistemi denir. Yolluk sisteminin bölümleri dökülecek modelin ağırlığı, derece yüksekliği ve döküm zamanına bağlı olarak hesaplanarak ölçülendirilir.

Yolluk sistemine ek olarak kalıp boşluğundaki havanın ve oluşacak gazların (vakumlu döküm yapılmıyorsa) kalıp boşluğundan dışarı çıkabilmesi için çıkıcı adı verilen kanallara ihtiyaç vardır. Bu kanallar parçanın ve kalıbın şekline göre özellikler arz eden yapılarda seçilir.

Hassas dökümde, salkım oluşturmada kullanılan havşaya bağlı kalın kütleye ana yolluk denir. Ana yolluk, sıvı metal için bir depo ve geçiş yolu olarak düşünülmüştür.

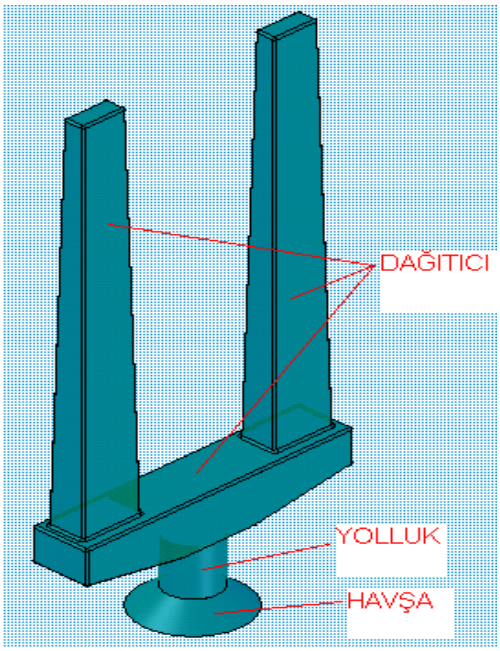
Genellikle ana yolluk dökülecek metalin cinsine ve modelin şekline göre ölçülendirilir.



Resim 3.3: Yolluk

3.3. Dağıtıcı

Üzerinde meme ve cürufluğu barındıran, dökülen madenin memeler yardımıyla kalıp boşluğuna ulaşmasını sağlayan elemanlardır.



Şekil 3.1: Salkım oluşturma

3.4. Salkım Oluşturma

Seramik kalıplama öncesinde mum modellerden oluşturulacak salkım, hassas dökümün verimli olmasında önemli yer tutar. Salkım oluşturmada önemli faktörlerden biri, mum enjeksiyonu ile elde edilmiş modelleri bir defada dökebilmektir.

Resim 3.4: Salkım oluşturma

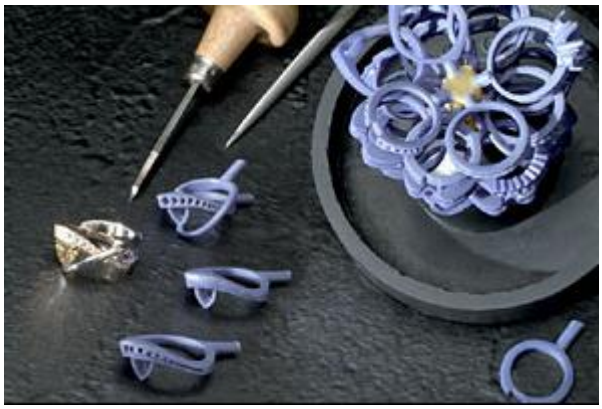
Mum modellerden oluşturulan salkım tasarımında dikkat edilecek hususlar aşağıda belirtilmiştir.

- Birleştirme kolaylığı
- Parça sayısı
- Dökülecek metalin miktarı
- Taşımaya dayanım
- Kalıbı birleştirme ve kurutma kolaylığı
- Modelin boşaltılması
- Sıvı metalin akıcılığı
- İnce kısımların doldurulması
- Katılaşma çekmesinin beslenmesi
- Kalıbın dökümden sonra bozulması
- Parçaların kesilme kolaylığı
- Seramik kaplamada kullanılan yöntem

Hassas dökümün önemli aşamalarından salkım oluşturmada dikkat edilmesi gereken noktalara titizlikle uyulması gerekmektedir. Katılaşmanın dışarıdan içeriye doğru yönlenmesini sağlamak amacıyla yolluk diziliş şekilleri dikkate alınarak seçilmelidir.

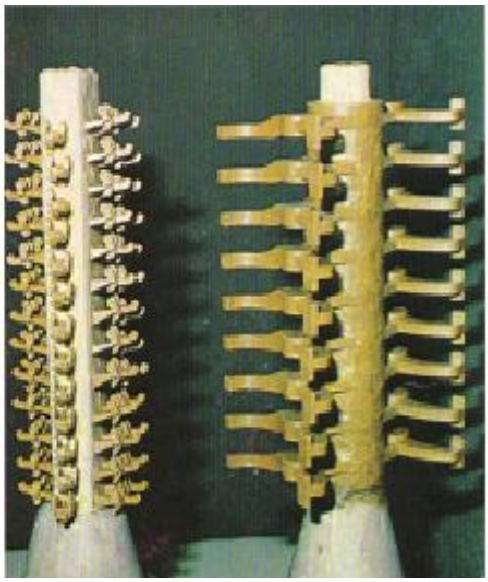
Salkım oluşturma şekilleri:

- Çam (çalı) biçimi dizim,
- Spiral dizim gibi şekillerde salkım oluşturulabilir.



Resim 3.5: Çam biçimi salkım oluşturma

Resim 3.6: Spiral dizim



Resim 3.7: Salkım

3.5. Rezistansla Birleştirme

Resim 3.8: Rezistansla birleştirme

Mum modellerin ana yolluğa 10-20ºlik bir açıyla dizilmelidir. Bunun sebebi ergimiş metalin kalıp içine rahatça aktarılmasıdır, aynı zamanda mumun indirilmesinin (boşaltılması) kolay yapılabilmesi içindir.

Mum modelleri yolluk üzerine salkım oluştururken altlık kullanılmaz.

Resim 3.9: Altlığa yapıştırılan yolluk ve mum model

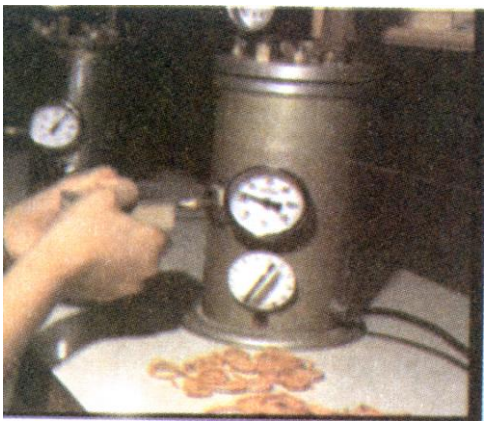
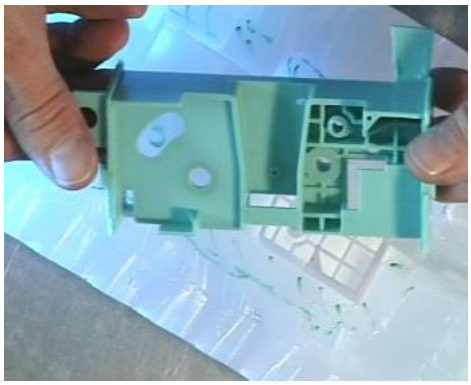
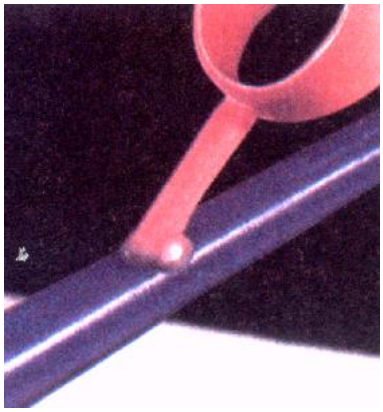
Ana yolluğa mum model dizimi yolluğun üst kısmından başlamalı ve aşağı doğru inmelidir. Bu işlem havya yardımıyla yapılmalıdır. Modeller birbirine çok yakın olmamalıdır. Salkım üzerinde aynı tip ve aynı ağırlıktaki modeller olmalı, mum salkımında bulunan bütün elemanlarda keskin olmamalı ve bütün keskin köşeler yuvarlatılmalıdır.

Resim 3.10: Rezistans makine örnekleri

Resim 3.11: Rezistans kalemi

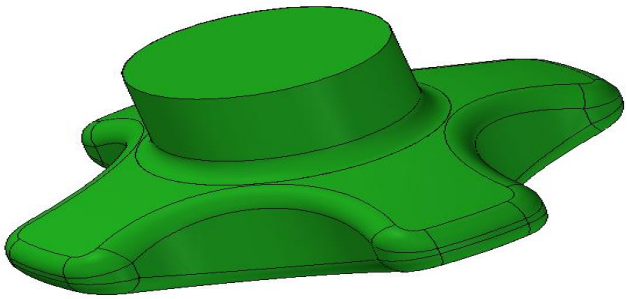
Resim 3.12: Uç takımı

Kalıptan mum modeli çıkararak salkım oluşturmak

 Kazandan yeteri sayıda mum model elde ediniz.	 Mum modelleri kalıptan çıkarıp kontrol ediniz.
 Mum modeller için salkım oluşturma yöntemini belirleyiniz.	 Rezistansı yapıştırma işlemi için hazırlayınız.
 Salkım oluşturma işlemine başlayınız.	 Salkımı oluşturunuz.

UYGULAMA FAALİYETİ

Aşağıdaki mum modelin dört adedi ile salkım oluşturunuz.



Temrinde kullanılacak malzeme listesi:

- Mum model
- Yolluk mumu
- Rezistans makinesi
- Havya
- Altlık

İşlem Basamakları	Öneriler
➢ Mum kazanını kullanarak silikon kalıp yardımıyla yeterli sayıda mum model elde ediniz.	➢ İş önlüğünüzü giyerek çalışma masanızı düzenleyiniz. ➢ Çalışma ortamınızı hazırlayınız. ➢ Yapacağınız iş parçasının şeklini inceleyiniz. ➢ Temrin malzeme listesine göz atınız. ➢ Depo sorumlusundan gerekli malzemeleri alınız. ➢ Yeterli sayıda mum model elde ediniz.
➢ Mum modele uygun yolluk mumu seçiniz.	➢ Seçimi yaparken parçanın şekli ve büyüklüğünü dikkate alınız. ➢ Yolluk mumu mevcut değilse kalıba yolluk mumu enjekte ediniz.
➢ Yolluk ve mum modelleri rezistans yardımı ile birleştiriniz.	➢ Rezistansı çalıştırınız. ➢ Yeterli ısıya geldiğinde salkım oluşturunuz. ➢ Rezistansla çalışırken güvenlik kurallarına uyunuz.

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Soruyu iyice anladınız mı?		
2. Sizden istenen sayıda mum model elde ettiniz mi?		
3. Yolluk için yolluk mumu temin ettiniz mi?		
4. Yolluk mumunu altlığa tutturdunuz mu?		
5. Rezistansı çalıştırdınız mı?		
6. Salkım yöntemini parçanın yapısına göre tespit ettiniz mi?		
7. Mum modelleri yolluğa tekniğine uygun yapıştırdınız mı?		
8. İşinizi yaparken arkadaşlarınızdan yardım aldınız mı?		
9. Çalıştığınız alanı temizlediniz mi?		
10. Kullandığınız takımları temizleyip teslim ettiniz mi?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda "Hayır" şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız "Evet" ise "Ölçme ve Değerlendirme"ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümleleri dikkatlice okuyarak boş bırakılan yerlere doğru sözcüğü yazınız.

1. Mala yüzeyi modelin ……kesitinden geçmelidir.

2. Kalıp boşluğuna maden veya malzeme götüren kanallara …….adı verilir.

3. Çam biçimi dizim ……..oluşturma yönteminden biridir.

4. Katılaşmanın dışarıdan içeriye doğru yönlenmesini sağlamak amacıyla …….şekilleri dikkate alınarak seçilmelidir.

5. Ana yolluğa mum model dizimi yolluğun üst kısmından başlamalı ve ……..inmelidir.

Aşağıda verilen soruyu arkadaşlarınızla tartışarak cevaplandırınız. Cevabınızı öğretmeninize gösteriniz.

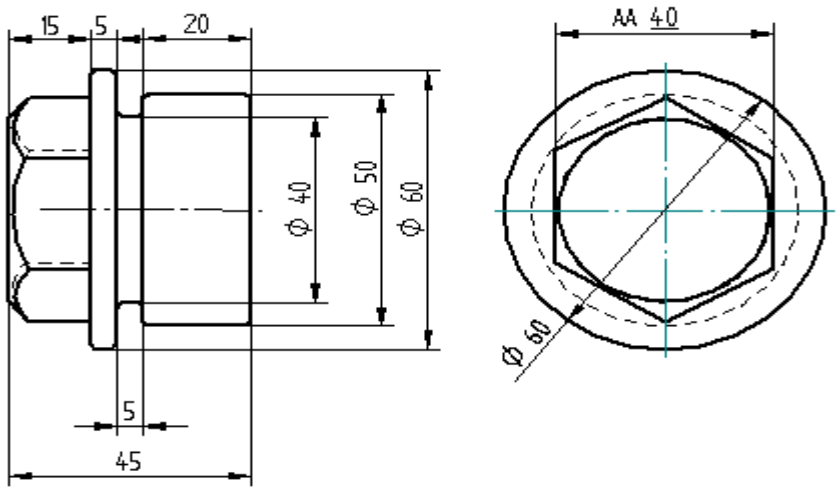
Salkım dizaynında dikkat edilecek hususları arkadaşlarınızla tartışınız.

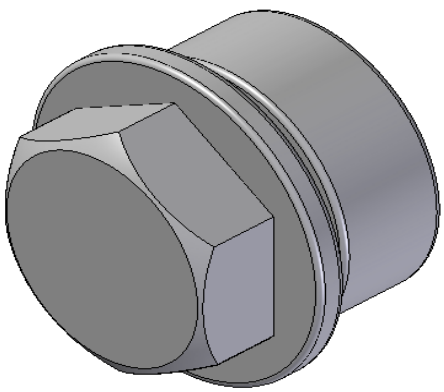
DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru "Modül Değerlendirme"ye geçiniz.

MODÜL DEĞERLENDİRME

Aşağıda şekli verilen iş parçasını ölçüsünde yapınız.





Talimatlar:

- İş parçasının şeklini iyice inceleyiniz.
- Bu iş parçasında bu faaliyette yeterlilik kazanıp kazanmadığınız belli olacaktır. Öğrendiklerinizi hatırlayınız.
- Anlamadığınız kısımları öğretmeninize sorunuz.
- Bu işin malzeme listesini hazırlayınız.
- Konulardaki işlem basamaklarını ve önerileri tekrar ederek iş parçanızı bitiriniz.

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Verilen şekli okuyabildiniz mi?		
2. Resme bakarak malzeme listesi hazırlayabildiniz mi?		
3. Modeli yaptınız mı?		
4. Kalıp için kasa hazırladınız mı?		
5. Silikonu önerilen miktarda karıştırıp kasaya döktünüz mü?		
6. Silikonu kesip ana modeli çıkardınız mı?		
7. Mum kazanını çalıştırdınız mı?		
8. Silikon kalıba mum enjekte ettiniz mi?		
9. Elde ettiğiniz mum modellerle salkım oluşturdunuz mu?		
10. İşinizi yaparken arkadaşlarınızdan yardım aldınız mı?		
11. Çalıştığınız alanı temizlediniz mi?		
12. Kullandığınız takımları temizleyip teslim ettiniz mi?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda "Hayır" şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetlerini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız "Evet" ise bir sonraki modüle geçmek için öğretmeninize başvurunuz.

CEVAP ANAHTARLARI

ÖĞRENME FAALİYETİ-1'İN CEVAP ANAHTARI

1	talaşlı imalat
2	5 kg
3	ölçülerde
4	bant veya renkli kalem
5	bütünlüğü
6	vakumlu
7	25

ÖĞRENME FAALİYETİ-2'NİN CEVAP ANAHTARI

1	mum
2	mum kazanları
3	termostat
4	ısıtıcı ve soğutucu
5	vakum
6	silindir

ÖĞRENME FAALİYETİ-3'ÜN CEVAP ANAHTARI

1	en geniş
2	yolluk
3	salkım
4	yolluğa diziliş
5	aşağı doğru

KAYNAKÇA

- İRKİN Ziya Orhan, Ziya FİLİZER, **Genel Makine Modelciliği**, İstanbul, 1979.

- ÖZER Haşim, Ömer BÜYÜKBOĞA, Rıfkı ALTAY**, Kuyumculuk Meslek Bilgisi**, İstanbul, 2004.